

Mateusz Stolarczyk, Wanda Pietruszka, Magdalena Gus, Marek Drewnik
Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Jagielloński
ul. Gronostajowa 7, 30–387 Kraków
mateusz.stolarczyk@uj.edu.pl, wanda.pietruszka@uj.edu.pl
magdalena.gus@uj.edu.pl, marek.drewnik@uj.edu.pl

Received: 6.03.2017
Reviewed: 6.06.2017

WPŁYW ODWODNIENIA NA WŁAŚCIWOŚCI GLEBOWEJ MATERII ORGANICZNEJ NA PRZYKŁADZIE TARNAWY WYŻNEJ (BIESZCZADY ZACHODNIE)

Influence of drainage on soil organic matter properties
on the example of Tarnawa Wyżna (Western Bieszczady Mts.)

Abstract: The paper presents the outline of research on the natural and degraded parts of Tarnawa Wyżna I raised bog (Bieszczady National Park, Western Bieszczady Mts). The basic organic matter properties (pH, ash content, degree of decomposition) were analyzed. In addition, the analysis of carbon and nitrogen content and optical properties of organic matter (in 0,5M NaOH extracts) was performed for determination of the effect of drainage works (started about 150 years ago) on the chemical properties of soil organic matter accumulated in studied organic soils. The results of research indicated that peat soils in the eastern part of the Tarnawa Wyżna I raised bog were transformed due to drainage and advanced morphological and chemical changes of organic material have been identified, as a result of decession.

Key words: organic matter, raised bog, drainage, Bieszczady Mts.

Wstęp

Torfowiska wysokie są szczególnie istotnymi obiektami z punktu widzenia zachowania równowagi w przyrodzie. Pełnią szereg ważnych funkcji, z których jedną z najważniejszych jest magazynowanie węgla w postaci martwej materii organicznej (Ilnicki 2002), a jednocześnie są wrażliwe na najmniejsze nawet zmiany zachodzące w środowisku naturalnym (Ralska-Jasiewiczowa, 1980). Skutkiem może być transformacja zakumulowanej w torfowisku substancji organicznej, co jest jednym z przejawów jego degradacji. Gleby organiczne podlegają przekształceniom w wyniku zmian warunków naturalnych (hydrologicznych, klimatycznych, geomorfologicznych), jak i oddziaływania czynników antropogenicznych, do których głównie zalicza się odwadnianie oraz eksploatację torfu. Zabiegi te mogą prowadzić do zainicjowania procesu murszenia torfu, a w efekcie do przejścia torfowiska z fazy akumulacji w fazę decesji (Okruszko 1976; Piaśnik i Gotkiewicz 2004). W rezultacie zmianom ulegają zarówno podstawowe właściwości torfu, takie jak jego morfologia, odczyn czy popielność (Piaśnik i Gotkiewicz 2004; Drewnik i in. 2012; Stolarczyk i Drewnik 2015), ale również

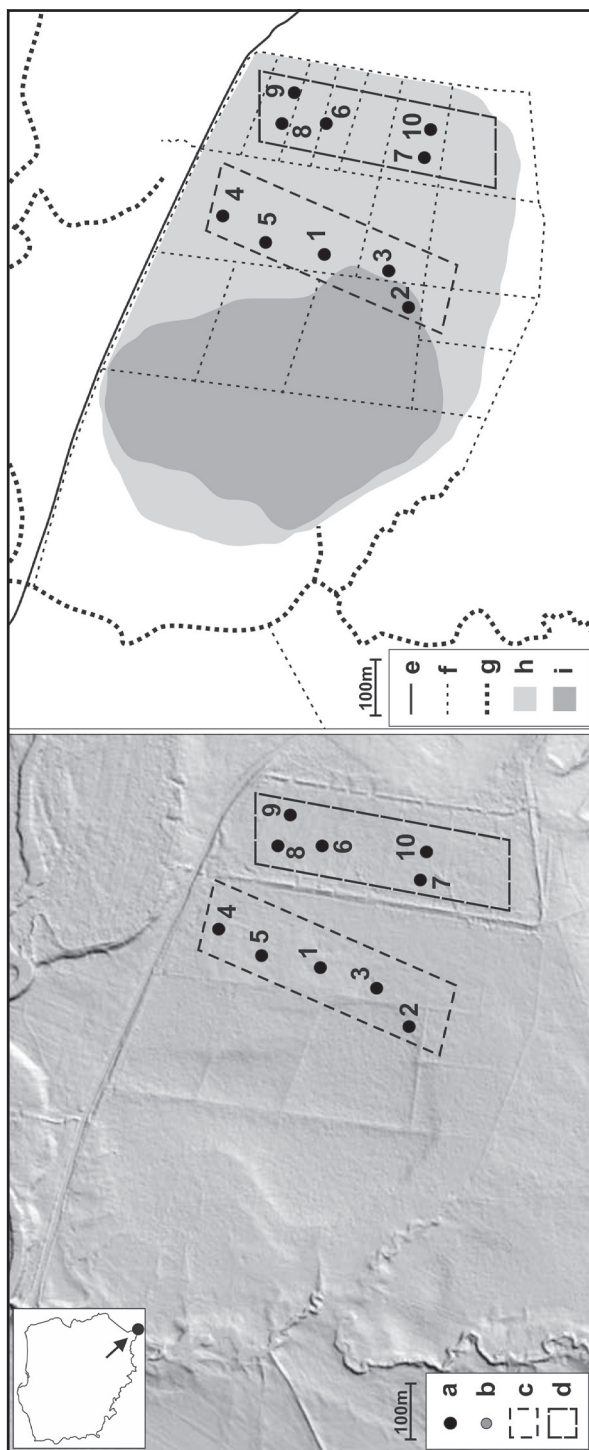
właściwości typowe dla glebowej materii organicznej (substancji humusowych), takie jak skład ilościowy i jakościowy kwasów próchnicznych (Wiłkomirski i Malawska 2004; Malawska i in. 2006) oraz koncentracja makro- i mikroelementów (Malawska i Wiłkomirski 2004).

Większość torfowisk wysokich, zlokalizowanych na terenie Bieszczadów Zachodnich, występuje w dolinie potoku Wołosatka oraz dolinie górnego Sanu. Zalicza się do nich między innymi najbardziej znane i największe powierzchnio-wo torfowiska Wołosate, Tarnawa Wyżna, Litmirz i Tarnawa Niżna (Kalemba i in. 2004; Skiba i in. 1998, 2006). Bieszczadzkie torfowiska wysokie posiadają swoją odrębność morfologiczną (Lipka 1995; Haczewski i in. 2007), co odróżnia je od podobnych skupisk między innymi w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej (Malec 2007, 2011; Malec i in. 2015) i Karkonoszach (Bogacz i in. 2004; Glina i in. 2016a, 2016b). Wymienione obszary torfowisk wysokich były niejednokrotnie traktowane jako tereny o małej przydatności rolniczej, co skutkowało podejmowanymi na szeroką skalę pracami melioracyjnymi, mającymi na celu osuszenie i w ten sposób przygotowanie terenów podmokłych do użytkowania, głównie jako pastwiska lub łąki kośne (Kucharzyk i Szary 2012). Obecnie obserwuje się rezultaty tej działalności w postaci zahamowania wzrostu torfowisk wysokich i przejścia ich fragmentów w fazę decesji, co bezpośrednio związane jest z przeobrażeniami materii organicznej w procesie murszenia. Stosowane przez Bieszczadzki Park Narodowy zabiegi renaturyzacyjne skutecznie hamują dalsze niekorzystne przemiany torfowisk wysokich. Efektami tych prac jest między innymi podniesienie poziomu wód gruntowych i ograniczenie sukcesji wtórnej (Kucharzyk i Szary 2012; Stebel i Koczur 2012).

Celem niniejszej pracy jest określenie wpływu odwodnienia na właściwości fizyczne i chemiczne glebowej materii organicznej, zakumulowanej w glebach organicznych torfowisk wysokich, na przykładzie Tarnawy Wyżnej w dolinie górnego Sanu.

Materiały i metody

Badania terenowe zostały przeprowadzone w czerwcu 2015 roku, we wschodniej części torfowiska Tarnawa Wyżna I w dolinie górnego Sanu (Ryc. 1). W obszarze badań wyznaczono dwie powierzchnie badawcze o wielkości około 0,5 ha (A i B). Powierzchnia A była pokryta głównie przez gleby torfowe nieprzekształcone wskutek antropopresji i typowe dla ombrogenicznego torfowiska wysokiego. Głównym zbiorowiskiem roślinnym na tej powierzchni był sosnowy bór bagienny *Vaccinio-uliginosi Pinetum* (Michalik i in. 2009). W obrębie powierzchni B występowały gleby objęte zaawansowanym procesem murszenia w wyniku prowadzonego odwodnienia, a dominującą roślinnością były ziołorośla wiązówkowo-bodziszkowe *Flipendulo-Geranium*



Ryc. 1. Obszar badań i lokalizacja badanych profili glebowych na torfowisku Tarnawa Wyżna I. na tle obrazu lidarowego (po lewej) oraz na mapie z zaznaczoną siecią rowów (po prawej).

Fig. 1. Research area and studied soil profiles on LIDAR image (left side) and map with drainage systems (right side).

a) profile glebowe / soil profiles, b) lokalizacja terenu badań / study area, c) powierzchnia badawcza A / research plot A, d) powierzchnia badawcza B / research plot B, e) drogi / roads, f) ważniejsze rowy melioracyjne / drainage systems, g) ciek / watercourses, h) powierzchnia torfowiska / area of the Tarnawa Wyżna I bog, i) zasięg kopuły torfowiska / dome of the peat bog.

(Michalik i in. 2009). Na każdej powierzchni wykonano pięć odwiertów standardowym świdrem typu INSTORF oraz pobrano próbki o naruszonej strukturze z pięciu głębokości (0–10, 10–20, 20–30, 40–60 i 90–100 cm) do analiz laboratoryjnych (50 próbek). Struktura gleb została określona zgodnie z klasyfikacją utworów murszowych przedstawioną przez Okruszkę (1976) oraz Systematyką Gleb Polski (2011).

Po uprzednim usunięciu żywych korzeni i innych części roślin, próbki zostały wysuszone w suszarce w temperaturze 30°C, przesiane przez sito o średnicy oczek 2 mm oraz rozdrobnione w młynku. Analizy laboratoryjne obejmowały oznaczenie popielności metodą straty żarowej w temperaturze 400°C przez 16 godzin (Nelson i Sommers 1996), stopnia rozkładu torfu metodą SPEC (*Sodium Pyrophosphate Extract Colour*) (Lynn i in. 1974), pH metodą potencjometryczną w wodzie destylowanej w stosunku 1:1 (Thomas 1996), całkowitej zawartości węgla i azotu metodą chromatografii gazowej w aparacie VarioMicro Cube firmy Elementar oraz właściwości optycznych materii organicznej w alkalicznym wyciągu 0,5M NaOH wraz z pomiarem absorbancji przy długości fali 664 nm (E6) i 472 nm (E4) (Sapek i Sapek 1997). Wszystkie gleby zostały zaklasyfikowane według Systematyki Gleb Polski (2011) oraz World Reference Base (2014/15).

Wyniki

Morfologia i stopień rozkładu torfu

Badane gleby organiczne zaklasyfikowano jako gleby torfowe fibrowe typowe (profile 1–5) oraz murszowe z subdominującymi poziomami *fibric* i *hemic* (profile 6–10). W obrębie powierzchni badawczej A (Ryc. 1) gleby torfowe były zbudowane głównie z torfu o strukturze włóknistej lub amorficzno-włóknistego (Tab. 1). Charakteryzowały się występowaniem materiału torfowego *fibric* oraz *hemic*, zaś wartości indeksu pirofosforanowego (SPEC) zawierały się w przedziale 5–7 (Tab. 1). W przypadku gleb znajdujących się w obrębie powierzchni badawczej B (Ryc. 1) w badanych profilach glebowych przeważał mursz próchniczny lub ziarnisty, rzadziej torfiasty, który był podścielony głównie torfem o strukturze amorficznej lub włóknisto-amorficznej (Tab. 2). Materia organiczna była bardzo dobrze rozłożona z wyjątkiem torfów występujących w spągu analizowanych profili glebowych, gdzie występowały materiały *fibric* (IP w przedziale 5–7) oraz *hemic* (IP równe 4) (Tab. 2).

Właściwości chemiczne materii organicznej

Badane gleby torfowe cechowały się odczynem kwaśnym i silnie kwaśnym. Wartości pH mierzone w wodzie destylowanej zawierały się w przedziale od 2,8 w profilu 1 na głębokości 20–30 cm (Tab. 1) do 5,8 w profilu 10 na głębokości 10–60 cm (Tab. 2). W obrębie powierzchni badawczej A pH gleby wynosiło od

Tabela 1. Właściwości chemiczne i fizyczne gleb organicznych w obrębie powierzchni badawczej A (naturalnej).
Table 1. Chemical and physical properties of studied organic soils in research plot A (natural).

Głębokość Depth	Struktura Structure ¹⁾	IP ²⁾	Nazwa materiału torfowego Type of peat material ³⁾	pH	Popielność Ash content		TC ⁴⁾ g kg ⁻¹ gleby g kg ⁻¹ soil	TN ⁵⁾	TC/TN ⁶⁾	E4/E6 ⁷⁾
					%					
cm										
Profil 1 Gleba torfowa fibrowa typowa (O'Fit) ⁸⁾ ; Hyperdystric, Ombrie, Fibric HISTOSOL (Hyperorganic) ⁹⁾										
0-10	TW	7	Fibric	3,5	3,3		368,9	6,7	55	5,843
10-20	TW	5	Fibric	3,1	2,3		440,5	9,5	46	7,109
20-30	TWA	5	Fibric	2,8	9,4		440,6	14,9	30	6,035
40-60	TWA	7	Fibric	3,1	1,4		381,9	5,2	73	5,252
80-100	TWA	7	Fibric	3,5	1,1		446,2	9,2	48	5,177
Profil 2 Gleba torfowa fibrowa typowa (O'Fit); Hyperdystric, Ombrie, Fibric HISTOSOL (Hyperorganic)										
0-10	TW	7	Fibric	3,3	1,6		462,3	9,8	47	7,173
10-20	TAW	6	Fibric	3,0	4,4		460,2	10,7	43	7,071
20-30	TAW	5	Fibric	3,2	5,3		474,3	14,2	34	6,135
40-60	TG	6	Fibric	3,2	4,4		483,9	16,5	29	6,110
80-100	TWG	6	Fibric	3,6	4,3		438,9	9,8	45	6,367
Profil 3 Gleba torfowa fibrowa typowa (O'Fit); Hyperdystric, Ombrie, Fibric HISTOSOL (Hyperorganic)										
0-10	TW	6	Fibric	3,0	4,8		465,5	15,6	30	8,743
10-20	TWA	5	Fibric	3,1	5,6		471,2	15,4	31	6,718
20-30	TAW	4	Hemic	3,1	5,2		501,0	19,0	26	4,870
40-60	TAW	6	Fibric	3,8	5,2		522,8	23,0	23	5,289
80-100	TAG	6	Fibric	4,2	4,7		522,5	23,0	23	5,681
Profil 4 Gleba torfowa fibrowa typowa (O'Fit); Hyperdystric, Ombrie, Fibric HISTOSOL (Hyperorganic)										
0-10	TWA	6	Fibric	3,1	2,2		466,1	12,7	37	11,481
10-20	TAW	5	Fibric	2,9	10,0		461,1	19,7	23	7,100
20-30	TA	4	Hemic	3,0	4,8		477,2	17,7	27	6,366
40-60	TGA	5	Fibric	3,1	4,0		498,6	16,4	30	6,418
80-100	TA	5	Fibric	3,6	5,4		503,9	18,4	27	6,071

Profil 5 Gleba torfowa fibrowa typowa (O'it), Hyperdystric, Ombric, Fibric HISTOSOL (Hyperorganic)

0-10	TW	6	Fibric	3,3	2,5	439,9	11,6	38	9,006
10-20	TA	5	Fibric	3,1	7,7	458,6	18,5	25	7,720
20-30	TAW	6	Fibric	3,3	4,3	464,9	13,2	35	5,868
40-60	TAG	6	Fibric	3,6	3,8	462,6	12,7	36	5,799
80-100	TA	4	Hemic	3,9	1,1	466,1	9,9	47	5,689

Objaśnienia tabel nr 1 i 2 / Explanations to tables 1, 2

¹⁾ Według Okruszki (1976) oraz Systematyki Gleb Polski 2011: Z1 – mursz torfiasty, Z2 – mursz próchniczny, Z3 – mursz ziarnisty, TA – torf amorficzny, TAG – torf amorficzno-gąbczasty, TAW – torf amorficzno-włóknisty, TGA – torf gąbczasto-włóknisty, TWA – torf włóknisto-amorficzny, TG – torf gąbczasty, TWG – torf włóknisto-gąbczasty, TW – torf włóknisty, ²⁾ Indeks Pirofosforanowy, ³⁾ Według (PN-G-02500:1985). Torf. Genetyczny podział surowca. Polska norma, ⁴⁾ Węgiel całkowity, ⁵⁾ Azot całkowity, ⁶⁾ Stosunek węgla i azotu całkowitego, ⁷⁾ Właściwości optyczne materii organicznej, ⁸⁾ Według Systematyki Gleb Polski 2011, ⁹⁾ Według IUSS Working Group WRB, 2016. World reference base for soil resources 2016, ¹⁰⁾ nie analizowano.

¹⁾ According to Okruszko (1976) and Polish Soil Systematic 2011: Z1 – peaty moorsh, Z2 – humic moorsh, Z3 – grainy moorsh, TA – amorphous peat, TAG – amorphous-spongy peat, TAW – amorphous-fibrous peat, TGA – spongy-moorsh, TWA – fibrous-amorphous peat, TG – spongy peat, TWG – fibrous-spongy peat, TW – fibrous peat, ²⁾ SPEC (Specific Phosphosphate Extract Absorbance), ³⁾ According to (PN-G-02500:1985). Torf. Genetyczny podział surowca. Polska norma, ⁴⁾ Total carbon content, ⁵⁾ Total nitrogen content, ⁶⁾ Carbon to nitrogen ratio, ⁷⁾ Optical properties of organic matter (E4/E6), ⁸⁾ According to Polish Soil Systematic 2011, ⁹⁾ According to IUSS Working Group WRB, 2014/2015. World reference base for soil resources 2014/2016, ¹⁰⁾ not analyzed.

Tabela 2. Właściwości chemiczne i fizyczne gleb organicznych w obrębie powierzchni badawczej B (zdegradowanej).

Table 2. Chemical and physical properties of studied organic soils in research plot B (degraded).

Głębokość Depth cm	Struktura Structure ¹⁾	IP ²⁾	Nazwa materiału torfowego Type of peat material ³⁾	pH	Popielność Ash content		TN ⁵⁾ g kg ⁻¹ gleby g kg ⁻¹ soil	TC ⁴⁾	TC/TN ⁶⁾	E4/E6 ⁷⁾
					%					
Profil 6 Gleba organiczna fibrowo-murszowa (OMi) ⁸⁾ ; Hyperdystric Rheic Murshie Sapric HISTOSOL ⁹⁾										
0-10	Z3	2	n.a. ¹¹⁾	4,2	32,2	325,3	22,6	14		6,875
10-20	Z3	1	n.a.	4,4	30,1	345,0	22,3	15		6,440
20-30	Z1	2	n.a.	4,7	20,1	455,6	28,4	16		6,372
40-60	TWA	5	Fibric	5,1	12,9	467,0	28,1	17		6,127
80-100	TWA	7	Fibric	5,1	13,7	480,1	27,4	18		6,255
Profil 7 Gleba organiczna fibrowo-murszowa (OMi); Dystric Rheic Murshie Sapric HISTOSOL										
0-10	Z2	2	n.a.	5,3	24,9	310,1	23,8	13		6,103
10-20	Z2	2	n.a.	5,3	22,7	364,5	25,6	14		6,728
20-30	Z2	6	n.a.	5,4	11,9	443,2	26,2	17		6,407
40-60	Z2	4	n.a.	5,3	13,3	433,3	25,4	17		6,613
80-100	TAW	5	Fibric	5,2	12,4	442,4	23,9	18		5,714
Profil 8 Gleba organiczna murszowa (OM); Dystric Rheic Murshie Sapric HISTOSOL										
0-10	Z1	1	n.a.	4,6	37,1	311,7	20,7	15		6,030
10-20	Z2	1	n.a.	4,8	34,1	311,8	20,1	16		6,118
20-30	Z2	1	n.a.	5,1	20,2	329,9	18,7	18		6,178
40-60	Z2	2	n.a.	5,0	25,6	282,9	18,3	15		5,556
80-100	Z2	1	n.a.	4,9	34,0	324,5	19,8	16		7,092
Profil 9 Gleba organiczna hemowo-murszowa (OMe); Dystric Rheic Murshie Sapric HISTOSOL										
0-10	Z1	2	n.a.	4,8	41,3	268,4	19,3	14		6,077
10-20	Z2	1	n.a.	4,9	43,1	278,0	17,9	16		6,834
20-40	Z2	2	n.a.	5,1	32,8	304,1	18,2	17		6,972
40-60	TA	4	Hemic	5,1	30,3	357,5	21,6	17		6,652
80-100	TA	3	Sapric	5,0	30,6	347,0	18,2	19		5,875
Profil 10 Gleba organiczna hemowo-murszowa (OMe); Dystric Rheic Murshie Sapric HISTOSOL										
0-10	Z2	3	n.a.	5,7	36,3	299,7	20,2	15		5,440
10-20	Z2	3	n.a.	5,8	37,4	291,9	19,9	15		11,645
20-30	Z2	3	n.a.	5,8	24,9	360,1	19,5	18		7,731
40-60	TA	4	Hemic	5,8	21,0	386,7	19,2	20		5,674
80-100	TAW	6	Fibric	5,0	15,4	438,3	25,3	17		4,878

$\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 2,8 do $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 4,2, natomiast gleby organiczne znajdujące się na powierzchni badawczej B wykazywały wartości pH w przedziale od $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 4,2 do $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 5,8.

W przypadku gleb torfowych niebędących pod wpływem odwodnienia (profile 1–5) materia organiczna charakteryzowała się popielnością nieprzekraczającą 10% oraz wysokimi wartościami C/N, które zawierały się w przedziale 23–55 (Tab. 1). Koncentracja węgla całkowitego w tych glebach mieściła się w zakresie od 368,9 g kg^{-1} gleby do 522,8 g kg^{-1} gleby, a koncentracja azotu całkowitego od 5,2 g kg^{-1} gleby do 23,0 g kg^{-1} gleby. Absorbancja (właściwości optyczne materii organicznej: E4/E6) w większości przypadków osiąga największą wartość w stropowych poziomach badanych gleb organicznych (11,481 w profilu 5 na głębokości 0–10 cm) (Tab. 1). W glebach znajdujących się na powierzchni torfowiska, która uległa odwodnieniu w wyniku prac melioracyjnych (profile 6–10) popielność zawierała się w przedziale od 11,9% do 43,1% (Tab. 2). Współczynnik C/N przyjmował wartość od 13 do 20, natomiast koncentracja węgla całkowitego wynosiła od 268,4 g kg^{-1} do 480,1 g kg^{-1} gleby, a koncentracja azotu całkowitego od 17,9 g kg^{-1} gleby (w profilu 9 na głębokości 10–20 cm) do 28,4 g kg^{-1} gleby (w profilu 1 na głębokości 20–30 cm). Wartości E4/E6 wykazywały zróżnicowanie w obrębie profilu glebowego i były najwyższe w profilu 10 na głębokości 10–20 cm – 11,645 (Tab. 2).

Dyskusja wyników

Objęte zakresem badań fragmenty torfowiska Tarnawa Wyżna potwierdzają ważną rolę jaką odegrały odwodnienia w przemianach ombrogenicznych torfowisk wysokich w obszarach górskich (Bogacz i in. 2004; Stolarczyk i Drewnik 2015; Glina i in. 2016a, 2016b). W przypadku gleb torfowych, występujących w centralnej, niezmeliorowanej części torfowiska, występują gatunki typowe dla torfowiska wysokiego (*Vaccinium uliginosum*, *Sphagnum fuscum*, *Sphagnum magellanicum*, *Ledum palustre* i *Pinus sylvestris*), natomiast w części zmeliorowanej występują gatunki charakterystyczne dla siedlisk łąkowych wilgotnych i żyznych (*Geranium palustre*, *Cirsium rivulare*, *Galium mollugo*, *Lathyrus pratensis*) (Michalik i in. 2009). Różnice są również widoczne w strukturze i stopniu rozkładu materiału organicznego budującego gleby torfowe (Tab. 1, Tab. 2). W przypadku nieprzekształconej części torfowiska torf ma głównie strukturę włóknistą (*fibric*), natomiast w glebach objętych procesem murszenia materiał torfowy jest amorficzny lub ziarnisty.

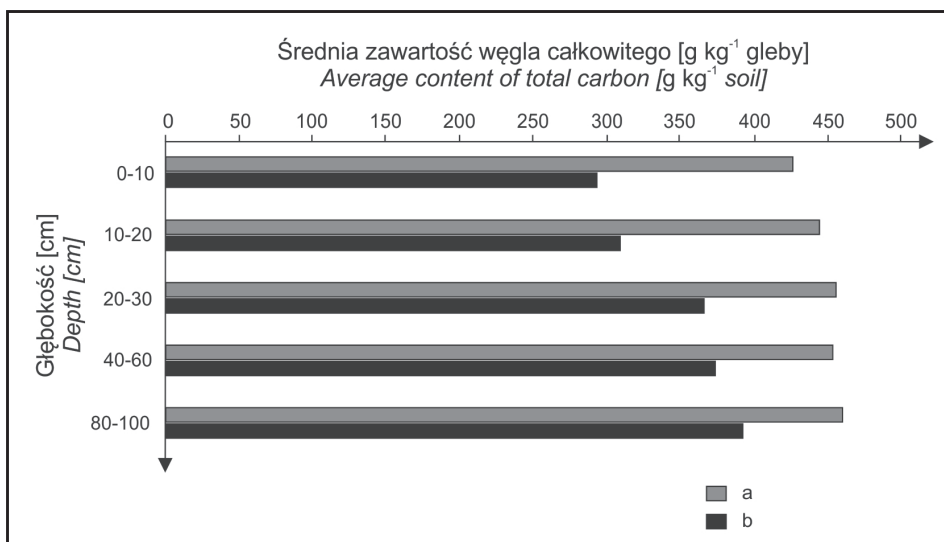
Głównym powodem tak dużych zmian nie tylko roślinności (Malec 2007, 2011; Malec i in. 2015), ale i omawianych właściwości gleb torfowych, mogły być intensywne melioracje, których początek we wschodniej części torfowiska Tarnawa Wyżna jest datowany na drugą połowę XIX wieku (Kucharzyk i Szary 2012). Okres nieco ponad stu lat wystarczył zatem, aby postępująca degra-

dacja badanych gleb torfowych skutkowała dalekim zaawansowaniem procesu murszenia torfu i wytworzeniem gleb organicznych murszowych. Dodatkowo na uwagę zasługują duże miąższości poziomów murszowych, które mogą być wynikiem współdziałania dobrze przepuszczalnego podłoża mineralnego (piaski oraz żwiry) z długotrwałą działalnością człowieka i odwadnianiem. Potwierdza to obserwacje tempa procesów murszenia w innych częściach Polski (Okruszek 1976; Piaśnik i Gotkiewicz 2004).

Obserwowane makroskopowo zmiany morfologiczne omówione powyżej należy uzupełnić o informacje na temat zmian we właściwościach fizyko-chemicznych torfu i glebowej materii organicznej. Zróżnicowanie właściwości chemicznych materii organicznej zakumulowanej w badanych glebach organicznych wykazuje związek z przemianami torfowisk wysokich wskutek degradacji torfu (Tab. 1, Tab. 2). Wartości pH badanych gleb zawierają się w przedziałach charakterystycznych dla innych torfowisk wysokich i przejściowych występujących w Bieszczadach Zachodnich (Drewnik i in. 2012; Stolarczyk i Drewnik 2015). W przypadku gleb znajdujących się w obrębie powierzchni badawczej B, podwyższony odczyn może być spowodowany zarówno wpływem innego zbiorowiska roślinnego porastającego badane gleby organiczne, jak i wzbogaceniem w składniki alkalizujące rozpuszczone w wodach gruntowych (Maławska i Wiłkomirski 2004). Popielność badanych gleb jest zróżnicowana i znacznie większa w glebach torfowych będących w fazie decesji, co może być również rezultatem antropopresji lub naturalnych procesów namulania (Ilnicki 2002; Piaśnik i Gotkiewicz 2004).

Wyniki zawartości węgla i azotu całkowitego (Ryc. 2, Ryc. 3) potwierdzają duży wpływ procesu murszenia torfu na ubytek węgla oraz przemiany substancji organicznej wskutek prowadzonych odwodnień i przeobrażeń gleb torfowych (Okruszek 1976; Piaśnik i Gotkiewicz 2004; Głina i in. 2016a, 2016b). W analizowanych glebach organicznych, w części torfowiska będącej w fazie decesji, zauważalne jest zmniejszenie zawartości węgla oraz wzrost zawartości azotu w profilu glebowym (Maławska i in. 2006). Powodem tego jest przyspieszona mineralizacja materii organicznej, spowodowana zwiększonym dostępem tlenu atmosferycznego podczas procesu murszenia materiału organicznego (Okruszek 1976; Ilnicki 2002). Potwierdza to wprost wartość stosunku C/N, który jest wyższy w glebach organicznych murszowych (Ryc. 4). Widoczne jest też wyraźne zróżnicowanie zawartości węgla w obrębie profilu glebowego. W glebach przekształconych (profile 5–10) w stropowych poziomach glebowych zawartość tego pierwiastka jest znacznie mniejsza niż w poziomach spągowych wykonanych wierceń (do 100 cm), mniej przekształconych w wyniku natlenienia.

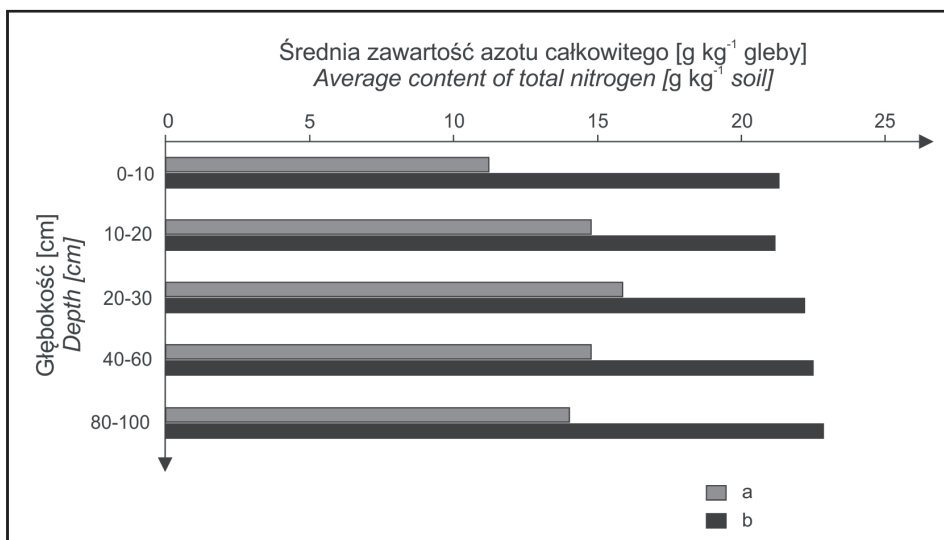
Właściwości optyczne glebowej materii organicznej nie wykazują dużych różnic pomiędzy glebami naturalnymi i zdegradowanymi (Tab. 1, Tab. 2).



Ryc. 2. Zawartość węgla całkowitego w glebach naturalnych (n=5) i zdegradowanych (n=5).

Fig. 2. Total carbon content in natural (n=5) and degraded soils (n=5).

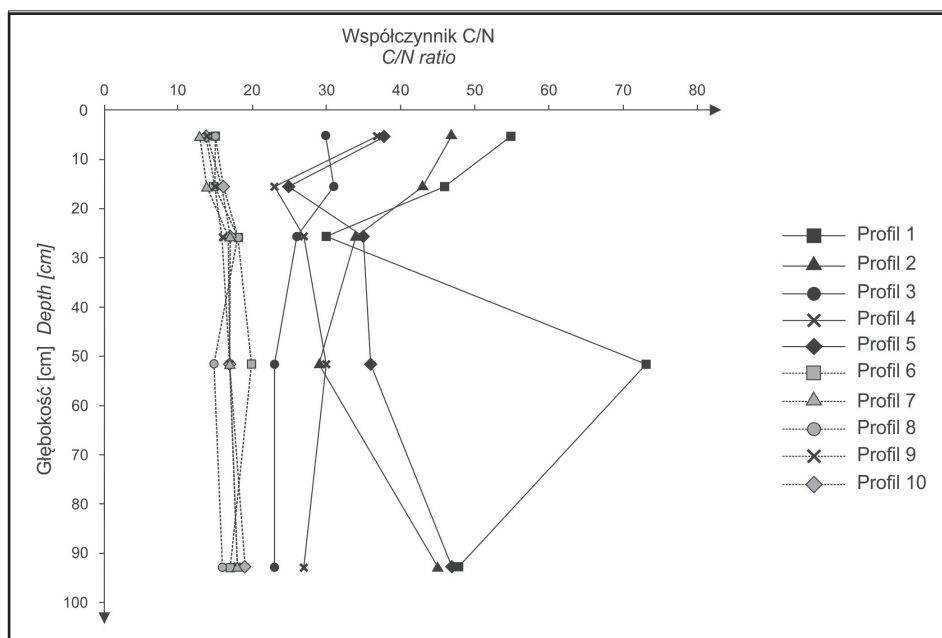
a) gleby naturalne (profile 1–5) / *natural soils (profiles 1–5)*, b) gleby zdegradowane (profile 6–10) / *degraded soils (profiles 6–10)*.



Ryc. 3. Zawartość azotu całkowitego w glebach naturalnych (n=5) i zdegradowanych (n=5).

Fig. 3. Total nitrogen content in natural (n=5) and degraded soils (n=5).

a) gleby naturalne (profile 1–5) / *natural soils (profiles 1–5)*, b) gleby zdegradowane (profile 6–10) / *degraded soils (profiles 6–10)*.



Ryc. 4. Wartość współczynnika węgla do azotu w badanych glebach (gleby naturalne – profile 1–5, gleby zdegradowane – profile 6–10).

Fig. 4. C/N ratio in studied soils (Profiles 1–5 was natural and profiles 6–10 was degraded).

Wprawdzie w niektórych przypadkach materia organiczna jest bardziej skoncentrowana, o czym świadczy wyższa wartość wskaźnika E4/E6 (Wiłkomirski i Malawska 2004; Malawska i in. 2006), to jednak biorąc pod uwagę całe profile glebowe zauważalny jest brak wyraźnych różnic pomiędzy glebami występującymi w zmeliorowanej i niezmeliorowanej części torfowiska. Oznacza to, że nie występują różnice jakościowe pomiędzy glebową materią organiczną wyekstrahowaną z gleby w wyciągu 0,5M NaOH.

Podsumowanie

Wyniki badań przeprowadzonych na zmeliorowanej i niezmeliorowanej w drugiej połowie XIX w. części torfowiska Tarnawa Wyżna wskazują, że gleby torfowe w części wschodniej tego torfowiska uległy dużym przemianom w wyniku odwodnienia. Stwierdzono zaawansowane zmiany morfologii materiału organicznego, który w znacznej mierze uległ nieodwracalnej zamianie torfu w mursz. Obecnie ukształtowana struktura gleby typowa dla murszu dodatkowo sprzyja dalszym przemianom, poprzez ułatwioną aerację części stropowej. Materia organiczna zmieniła swoje właściwości chemiczne. W glebach odwodnionej

części badanego torfowiska wysokiego zaobserwowano wzrost odczynu gleby, wzrost popielności, spadek zawartości węgla oraz wzrost zawartości azotu, co przekłada się na bardzo wyraźną zmianę wskaźnika C/N w kierunku intensywnej mineralizacji materii organicznej. Nie zaobserwowano zmian w stopniu kondensacji glebowej materii organicznej ekstrahowanej w roztworze alkalicznym (humusu), co wskazuje, że zmiany mają w tym zakresie charakter ilościowy, a nie jakościowy.

Literatura

- Bogacz A., Romanowska B., Rybkowski P. 2004. Właściwości gleb organicznych Karkonoskiego Parku Narodowego. W: Štursa J., Mazurski K. R., Palucki A., Potocka J. (eds.). *Geoekologické problémy Krkonoš. Sborn. Mez. Věd. Konf. Listopad 2003. Szklarska Poręba. Opera Corcontica 41*: 38–47.
- Drewnik M., Stolarczyk M., Jelonekiewicz Ł. 2012. Odczyn masy torfowej w stropowej części torfowiska Wołosate i w jego otoczeniu (Bieszczadzki Park Narodowy). *Roczniki Bieszczadzkie 20*: 296–308.
- Glina B., Malkiewicz M., Mendyk Ł., Bogacz A., Woźniczka P. 2016a. Human-affected disturbances in vegetation cover and peatland development in the late Holocene recorded in shallow mountain peatlands (Central Sudetes, SW Poland). *Boreas*
- Glina B., Bogacz A., Gulyás M., Zawieja B., Gajewski P., Kaczmarek Z. 2016b. The effect of long-term forestry drainage on the current state of peatland soils: A case study from the Central Sudetes, SW Poland, *Mires and Peat 18*, 21: 1–11.
- Haczewski G., Kukulak J., Bąk K. 2007. Budowa geologiczna i rzeźba Bieszczadzkiego Parku Narodowego. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie. Kraków. 170 ss.
- Ilnicki P. (red.). 2002. Torfowiska i torf. Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augustyna Cieszkowskiego w Poznaniu, Poznań. 606 ss.
- IUSS Working Group WRB 2014/15. World reference base for soil resources. International soil classification system for naming and creating legends for soil maps. *World Soil Resources Reports No. 106*. FAO; Rome.
- Kalemba A., Korzeniak J., Szary A. 2004. Stan aktualny torfowisk wysokich nad górnym Sanem, ze szczególnym uwzględnieniem roślinności naczyniowej. *Roczniki Bieszczadzkie 12*: 189–198.
- Kucharzyk S., Szary A. 2012. Degradacja i ochrona torfowisk wysokich w Bieszczadzkim Parku Narodowym. *Roczniki Bieszczadzkie 20*: 83–97.
- Lipka K. 1995. Stratygrafia torfowisk w Bieszczadach Zachodnich. W: *Torfoznawstwo w badaniach naukowych i praktyce. Sesja Nauk. Falenty Mat. Seminar. IMUZ 34*: 89–102.
- Lynn W. C., McKinzie W. E., Grossman R. B. 1974. Field laboratory tests for characterization of Histosols. In: *Histosols: Their Characteristics, Classification and Use*. (ed.). Stelly M. SSSA Spec. Pub. 6 Medison, WI. s. 11–20.
- Malawska M., Wilkomirski B. 2004. Geochemistry and geochemical differentiation on major elements in selected peat bog profiles (south-east of Poland), *Soil Science and Plant Nutrition 50*:6, 925–930

- Malawska M., Ekonomiuk A., Wiłkomirski B. 2006. Chemical characteristics of some peatlands in southern Poland. *Mires and Peat*, Volume 1.
- Malec M. 2007. Aktualny stan szaty roślinnej trzech wybranych torfowisk wysokich w Bieszczadach Zachodnich. *Parki Nar. Rez. Przyr.* 26(3): 33–47.
- Malec M. 2011. Stan aktualny i antropogeniczne przekształcenia ekosystemu torfowiska Puścizna Długopole w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*. 49: 548–558.
- Malec M., Klatka S., Ryzek M. 2015. Wpływ antropopresji na dynamikę wzrostu warstwy akrotelmowej na torfowisku wysokim Baligówka w Kotlinie Orawsko Nowotarskiej. *Acta Scientiarum Polonorum Formatio Circumietus* 14(1), 149–161.
- Michalik S., Szary A., Kucharzyk S. 2009. Charakterystyka roślinności na terenie Obwodu Ochronnego Tarnawa w Bieszczadzkim Parku Narodowym. *Roczniki Bieszczadzkie* 17: 189–216.
- Nelson D.W., Sommers L.E. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*; Sparks, D.L., ed.; 2572 M. K. Mattheissen et al. SSSA Book Series No. 5; Soil Science Society of America: Madison, Wisconsin, 961–1010.
- Okruszek H. 1976, Wpływ melioracji wodnych na gleby organiczne w warunkach Polski. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 177: 159–204.
- Piaśnik H., Gotkiewicz J. 2004: Przeobrażenia odwodnionych gleb torfowych jako przyczyna ich degradacji. *Rocz. Glebozn.* 45(2), 331–338.
- (PN-G-02500:1985) 1985. Torf. Genetyczny podział surowca. Polska norma.
- Ralska-Jasiewiczowa M. 1980. Late-glacial and holocene vegetation of the Bieszczady Mts. (Polish Eastern Carpathians). PWN. Warszawa-Kraków. 202 ss.
- Sapek A., Sapek B. 1997. Metody analizy chemicznej gleb organicznych. IMUZ, Falenty
- Skiba S., Drewnik M., Prędko R., Szmuc R. 1998. Gleby Bieszczadzkiego Parku Narodowego. *Monografie Bieszczadzkie t. 2. Ustrzyki Dolne*. 88 ss.
- Skiba S., Żyła M., Klimek M., Prędko R. 2006. Gleby doliny górnego Sanu w Bieszczadzkim Parku Narodowym. *Roczniki Bieszczadzkie* 14: 215–220.
- Stebel A., Koczur A. 2012. Materiały do flory mchów torfowisk i młak Bieszczadów Zachodnich (Polskie Karpaty Wschodnie). *Roczniki Bieszczadzkie* 20: 98–115.
- Stolarczyk M., Drewnik M. 2015, Morfologia i właściwości gleb torfowiska w dolinie potoku Syhłowaciec w Wołosatem (Bieszczadzki Park Narodowy), *Roczniki Bieszczadzkie* 23: 335–347.
- Systematyka gleb Polski. 2011. *Roczniki Gleboznawcze* 62(3): 1–193.
- Thomas G. W. 1996. Soil pH and soil acidity. In: Sparks, D. L. i in. (ed.). *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*. Soil Science Society of America Inc., Madison, WI, USA, ss. 475–490.
- Wiłkomirski B., Malawska M. 2004. Characteristics of humic substances in peat of selected peatlands from north-eastern Poland, *Soil Science and Plant Nutrition*, 50:6.

Summary

Organic soils are changed due to the impact of natural (hydrology, microclimate, geomorphology) and anthropogenic conditions. The result of organic soils degradation process is transformation of the organic matter accumulated in peat deposit. Our study aimed to determine the effect of drainage works on the chemical properties of the soil organic matter accumulated in organic soils on example of Tarnawa Wyżna I bog in the valley of the Upper San River. In the study area two research plots (A and B) were designated. Research plot A is characterized by natural peat soil without anthropogenic pressure while within research plot B soils are degraded by drainage works. The disturbed soil samples were collected from five depths (0–10, 10–20, 20–30, 40–60 and 90–100 cm). In laboratory, the pH, ash content and degree of decomposition of organic matter were analyzed, also the determination of carbon and nitrogen content and optical properties of organic matter (in 0,5M NaOH extracts) were done.

The results of research conducted on natural and degraded part of the Tarnawa Wyżna bog during the second half of the 19th century show that peat soils in the eastern part of the bog were transformed as a result of drainage. Advanced morphological changes of organic material have been identified, due to moorsh forming process. Further transformations were accelerated by currently formed soil structure typical for moorsh and aeration of topmost part of the soil. Chemical properties of organic matter were changed. In degraded soils the increase in soil pH, increase in ash content, decrease in the carbon concentration and increase in the concentration of nitrogen, which resulted in highly distinct change in the C/N ratio were noticed. No changes were observed in the degree of condensation of soil organic matter extracted in the alkaline solution (humus), indicating that the changes in this properties are quantitative, not qualitative.